



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 591 724 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93114806.8**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H02K 21/22, B62J 6/12**

22 Anmeldetag: **15.09.93**

30 Priorität: **25.09.92 DE 4232182**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.04.94 Patentblatt 94/15**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE**

71 Anmelder: **Schmidt, Wilfried**  
**Königswiesenweg 4**  
**D-89077 Ulm(DE)**

72 Erfinder: **Schmidt, Wilfried**  
**Königswiesenweg 4**  
**D-89077 Ulm(DE)**

74 Vertreter: **Cohausz, Werner, Dipl.-Ing.**  
**Cohausz Hannig Dawidowicz & Partner**  
**Schumannstrasse 97-99**  
**D-40237 Düsseldorf (DE)**

54 **Nabenlichtmaschine, insbesondere für Fahrräder.**

57 Für eine Nabenlichtmaschine, insbesondere für Fahrräder, wird zur Gewichtsverringerung ohne Beeinträchtigung des Wirkungsgrades vorgeschlagen,  
a) die Spule (6) zwischen den Radlagern (11,11') dicht um die Achse anzuordnen  
und/oder

b) den Spulenkern (7) in die Achse versteifender Bauform auszuführen  
und/oder  
c) den Rückschlußring des Magnetrotors als tragenden Bestandteil der Nabenhülse auszuführen.

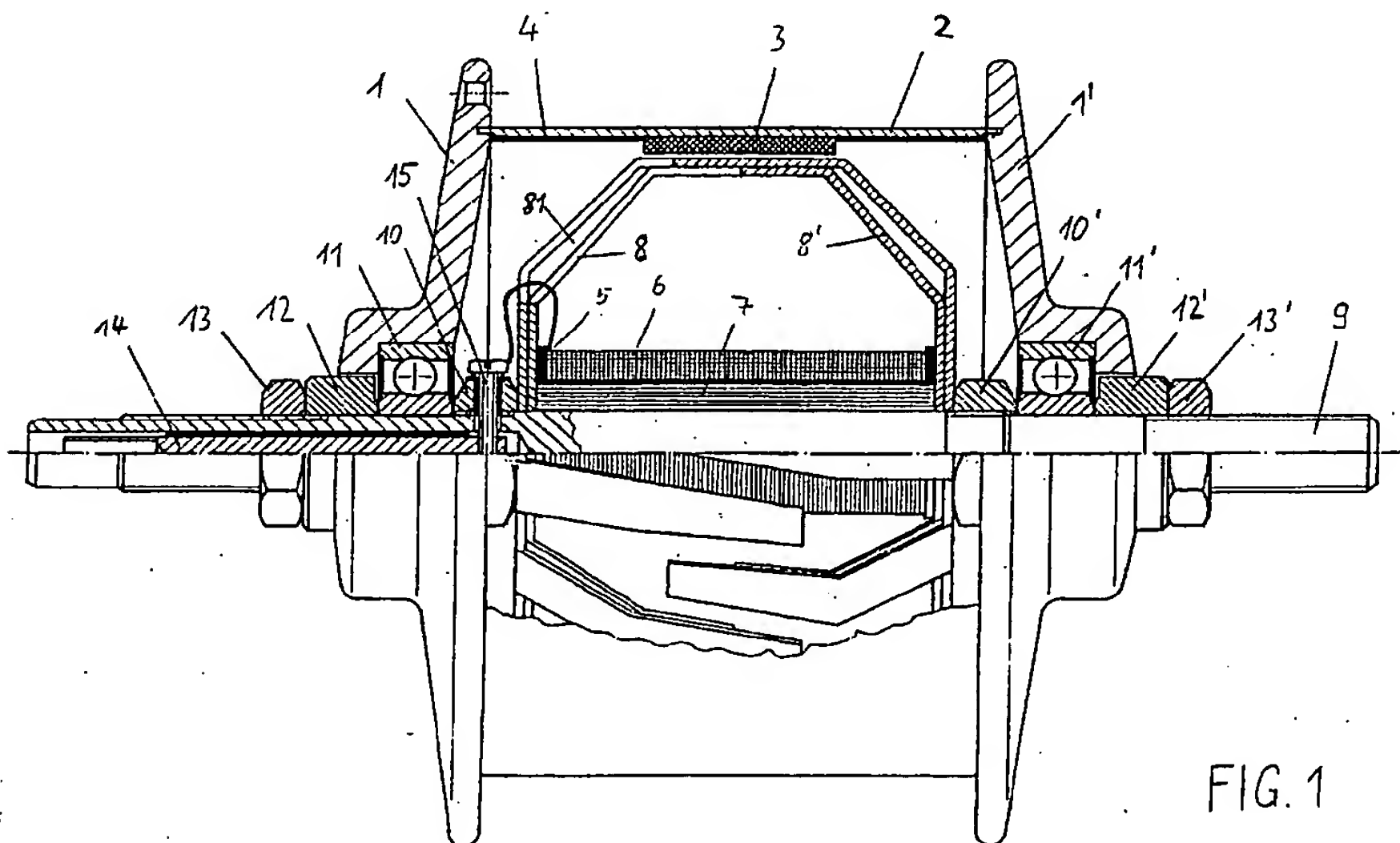


FIG. 1

Die Erfindung betrifft eine Nabenlichtmaschine, insbesondere für Fahrräder.

Übliche Fahrraddynamos werden durch eine Reibrolle am Reifen oder an der Felge angetrieben. Dieser Antrieb ist für die hohen Leistungsverluste und die mangelnde Betriebssicherheit (Durchrutschen bei Nässe oder Schnee) verantwortlich. Eine in die Radnabe integrierte Lichtmaschine (Die gesamte Einheit aus Nabe und Lichtmaschine wird im folgenden "Nabendynamo" genannt) vermeidet diese Nachteile. Allerdings muß wegen der geringen Drehzahl des Rades entweder ein stark ins Schnelle übersetzendes Getriebe oder eine Lichtmaschine, die wesentlich größer und damit auch schwerer ist als die der genannten Reibrollendynamos, verwendet werden. Ein mechanisches Getriebe ist aufwendig herzustellen und verringert den Wirkungsgrad, außerdem sind unangenehme Laufgeräusche und Verschleiß möglich.

Aus der DE-OS 27.27.827 ist ein getriebsloser Nabendynamo bekannt, bei welchem die Lichtmaschine außerhalb des durch die Nabenhülse, die beiden Radlager und die Achse begrenzten Bau- raumes angeordnet ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Nabenlichtmaschine anzugeben, die bei hohem Wirkungsgrad ein geringes Gewicht aufweist.

Erfindungsgemäße Lösungen dieser Aufgabe sind in den Patentansprüchen 1, 5 und 9 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Durch den geringen Spulendurchmesser wird (gegenüber einer Spule mit größerem Durchmesser) die Drahtlänge und damit das Gewicht der Spule reduziert, wobei die reduzierte Drahtlänge zusätzlich eine Verringerung des Spulenwiderstands oder durch Verringerung des Drahtdurchmessers eine weitere Gewichtsreduzierung ermöglicht. Durch die Doppelausnutzung des Spulenkerns zur Führung des magnetischen Flusses und zur mechanischen Achsversteifung ergibt sich gegenüber getrennten Bauteilen für jede dieser Funktionen ebenfalls eine Gewichtsreduzierung. Eine derartige Doppelfunktion erfüllt schließlich auch die Ausnutzung eines mechanisch tragenden Teils der Nabenhülse als Rückschlußring der Dauermagnetanordnung. Die Gewichtsreduzierung wird dabei ohne Einschränkung des Wirkungsgrades gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Nabenlichtmaschinen erreicht. Die erfindungsgemäßen Lösungen können sowohl unabhängig als auch vorzugsweise in Kombination zur Erreichung des angestrebten Ziels eingesetzt werden.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Abbildungen nach eingehend veranschaulicht. Figur 1 zeigt einen Halbschnitt in Längsrichtung einer erfindungsgemäßen Nabenlichtmaschine, Figur 2 zeigt

den Halbschnitt in der Mittelebene dieser Nabe.

Die Nabenhülse weist zwei Speichenflansche 1, 1' mit Speichenlöchern 18, 18' sowie ein rohrförmiges Mittelteil 2, welches im eingespeicherten Zustand eine feste Verbindung zwischen den Speichenflanschen herstellt, auf. Am Innenumfang des Rohres 2 sind die in radialer Richtung magnetisierten Einzelmagnete 3 des mehrpoligen Dauermagnetrotors in abwechselnder Polarität angeordnet. Das Rohr 2 besteht aus magnetisierbarem Material, vorzugsweise weichmagnetischem Stahl, so daß die Einzelmagnete 3 durch die magnetische Anziehungskraft an der Rohrwand haften und das Rohr einen magnetischen Rückschlußring für den Dauermagnetrotor bildet. Die Einzelmagnete sind vorzugsweise quaderförmig. Sie werden durch einen Magnethalter 4 am Verrutschen gehindert. Der Magnethalter besteht vorteilhafterweise aus einer dünnen rechteckigen Kunststoffplatte, die Aussparungen für die Einzelmagnete 3 aufweist und zu einem Ring gebogen in das Rohr 2 gelegt wird. Die Einzelmagnete werden in fertigungstechnisch einfacher Weise in die Aussparungen eingelegt. Zusätzlich kann eine Verklebung der Einzelmagneten auf der Rohrwand vorgesehen sein.

Der Stator besteht im wesentlichen aus einer auf einen Spulenkörper 5 gewickelten Spule 6, einen Spulenkern 7 und zwei Polkörpern 8, 8', die den magnetischen Fluß von Dauermagnetrotor zum Spulenkern umleiten. Wesentlich an der skizzierten Anordnung ist, daß die Spule 6 einen geringen Außendurchmesser aufweist und der Innendurchmesser des Dauermagnetrotors wesentlich, bei Verwendung von Aluminium als elektrischer Leiter mindestens 50%, bei Verwendung von Kupfer mindestens 50%, vorzugsweise mehr als 100% größer ist. Der sich ergebende freie Raum zwischen Spule und Magnetrotor wird durch die Polkörper 8, 8' überbrückt. Auf diese Weise werden die Vorteile eines großen Rotordurchmessers, nämlich die Möglichkeit, eine große Anzahl von Polen unterzubringen, was sowohl in Hinblick auf die Größe als auch die Frequenz der induzierten Spannung von Bedeutung ist, und eines geringen Spulendurchmessers miteinander verknüpft. Die Spule 6 ist möglichst dicht an der Achse 9 und über einen möglichst breiten Achsenabschnitt zwischen den Lagern 11, 11' gewickelt. Vorzugsweise ist die Spulenbreite wesentlich größer als der Spulenradius.

Die Polkörper 8, 8' bestehen aus jeweils 2 Blechscheiben mit nach außen weisenden Klauen, die zweimal umgebogen sind, sodaß die Klauenenden Polflächen bilden, die den Dauermagneten durch einen schmalen Luftspalt getrennt gegenüberliegen. Die beiden Teile liegen in einem Bereich 81 zwischen den zwei Biegungen nicht aufeinander und sind dort, wo sie aufeinander liegen, fest miteinander verbunden, z.B. verklebt. Ihr zen-

traler, scheibenförmiger Teil ist radial geschlitzt (Fig. 2), was der Bildung von Wirbelströmen in Umfangsrichtung entgegenwirkt. Die Polflächen verjüngen sich nach vorne und verlaufen nicht symmetrisch sondern schräg zur Achsrichtung (untere Hälfte von Fig. 1). Dadurch wird das zum Antrieb notwendige Moment gleichmäßiger.

Der Spulenkern und die Spule sind gemäß A1 dicht um die Achse 9 angeordnet, so daß zwischen Spule und Polkörper ein großer, rotationssymmetrischer Leerraum bleibt, der im gezeigten Beispiel wegen der zwei Biegungen der Polkörper einen etwa trapezförmigen Querschnitt hat.

Der Spulenkern und die beiden Polkörper sind mit zwei Spannschrauben 10,10' mit der Achse verspannt und tragen dadurch zu deren Versteifung bei. Außerdem sind auf die Achse gespannt die Nabenlager 11,11', die vorzugsweise als Rillenkugellager ausgebildet sind., Distanzringe 12,12' und Kontermuttern 13,13'. Durch die Verspannung des Spulenkörpers 7 auf der Achse wird eine Versteifung der Achse erreicht, sodaß die Achse selbst dünn und aus einem leichten Werkstoff (Aluminiumlegierung) hergestellt werden kann.

Die Stromdurchführung vom Nabeninneren nach außen erfolgt vorzugsweise über einen in einer Längsbohrung der Achse steckenden isolierten Kontaktstift 14, der über eine radial durch die Spannmutter 10 geführt isolierte Kontaktschraube 15 mit einem Ende der Wicklung 6 verbunden ist. Das andere Wicklungsende ist auf Masse gelegt. Zum Anschluß an die Beleuchtungseinrichtung wird auf das Achsende ein Koaxialstecker gesteckt. Wenn kein Licht benötigt wird, wird der Stromkreis durch einen Schalter unterbrochen.

Da in einem Nabendynamo ohne Getriebe keine Reibungsverluste auftreten und die ohmschen Verluste durch die Minimierung des elektrischen Widerstands der Wicklung gering sind, sind für den Wirkungsgrad bei eingeschaltetem Licht und die Verluste bei ausgeschaltetem Licht (Leerlauf) im wesentlichen die Ummagnetisierungsverluste (Hysterese- und Wirbelstromverluste) entscheidend. Diese treten in denjenigen Bauteilen auf, die von einem zeitlich wechselnden magnetischen Fluß durchsetzt sind, das sind der Spulenkern und die Polkörper. Um die Wirbelströme zu begrenzen werden solche Bauteile in elektrischen Maschinen üblicherweise geschichtet aus isoliertem Elektroblech aufgebaut.

Für die Polkörper kommt nichtkornorientiertes Elektroblech in Betracht. Um die Biegesteifigkeit der Klauen zu erhöhen und damit ihrer Verformung durch die magnetischen Anzugskräfte entgegenzuwirken, ist es zweckmäßig, die Schichten miteinander zu verbinden, z.B. durch Verkleben (A 3). Darüber hinaus kann die Biegesteifigkeit erhöht werden, wenn im Bereich des größten Biegemomentes

nicht alle Schichten aneinander anliegen (A 4). Zur Versteifung können die Klauen aber auch in Umfangsrichtung miteinander verbunden oder durch ein oder mehrere geeignete Bauteile in radialer Richtung gehalten werden. Gleichzeitig können dadurch die Polkörper daran gehindert werden, sich gegeneinander zu verdrehen und deren winkelgenaue Montage kann erleichtert werden.

Der Spulenkern wird vorteilhafterweise in mehreren Lagen aus einem Streifen dünnen, kornorientierten Elektroblechs so gewickelt, daß die magnetische Vorzugsrichtung in Achsrichtung liegt (A 7 und A 8). Dadurch erhält man auf einfache Weise ein annähernd hohlzylinderförmiges Bauteil, das quer zur Achsrichtung dünn geschichtet ist und außerdem in Achsrichtung eine hohe magnetische Flußdichte ermöglicht, was wiederum einen kleinen Durchmesser von Kern und Wicklung erlaubt. Um einen Kurzschluß zwischen Anfang und Ende des Blechstreifens zu vermeiden, müssen die Stirnflächen des Spulenkerns oder die daran angrenzenden Bauteile (die Polkörper) mit einer Isolierschicht versehen oder durch ein elektisch isolierendes Bauteil voneinander getrennt werden.

Trotz dieser Maßnahmen zur Verminderung der Ummagnetisierungsverluste verbleibt eine gewisse Leistungsaufnahme auch im Leerlauf, wenn das Licht lediglich durch Unterbrechen des Stromkreises ausgeschaltet wird. Unter Umständen, vor allem bei höheren Geschwindigkeiten, kann durch Kurzschließen der Wicklung diese Leistungsaufnahme verringert werden, denn der durch die Wicklung fließende Kurzschlußstrom verdrängt einen Teil des magnetischen Flusses aus dem Spulenkern und den Polkörpern, so daß die Ummagnetisierungsverluste geringer werden. Die dafür in der Spule auftretenden ohmschen Verluste sind wegen des geringen Innenwiderstandes eine Nabenlichtmaschine nach A 1 gering.

Eine andere Ummagnetisierungsverluste weitgehend reduzierende Möglichkeit, eine Lichtmaschinen nach A 1 oder A 5 abzuschalten, besteht darin, den Magnetrotor in axialer Richtung zweigeteilt auszuführen und die zwei Teile im einen Polschritt gegeneinander zu verdrehen, sodaß der magnetische Fluß von einer Magnetpolhälfte über die Polfläche eines Polkörpers in die nun danebenliegende, entgegengesetzt polarisierte Magnetpolhälfte treten kann. Ein solcher Abschaltmechanismus ist vor allem dann interessant, wenn statt einzelner Magneteile ein mehrpoliger, ringförmiger Magnet zum Einsatz kommt.

Die weitgehende Art, den Generator abzuschalten, besteht darin, die Relativbewegung zwischen Stator und Rotor zu unterbinden. Bei einem Nabendynamo nach A 1 oder A 5 kann das am einfachsten dadurch geschehen, daß der Magnetrotor drehbar in der Nabhülse gelagert ist und nur bei

Bedarf mit dieser gekuppelt wird.

Wird der Generator im Leerlauf jedoch nicht abgeschaltet, kann ein Nabendynamo nach A 1, A 5 oder A 9 vorteilhafterweise zusätzlich dazu genutzt werden, Batterien für eine Standlichtversorgung aufzuladen, Impulse für einen Fahrradcomputer zu geben (Geschwindigkeits- und Wegstreckemessung) oder bei einer kombinierten Anlage beide Aufgaben zu erfüllen.

#### Patentansprüche

1. Nabenlichtmaschine, insbesondere für Fahrräder, mit einer koaxial zur Nabenachse gewickelten Spule mit einem Spulenkern, einem Dauermagnetrotor sowie Polkörpern zur Umlenkung des magnetischen Flusses von Dauermagnetrotor zum Spulenkern, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule zwischen zwei in Achsrichtung beabstandeten Lagern der Nabe dicht um die Achse angeordnet ist und das der Innendurchmesser der Magnetrotoranordnung wesentlich größer ist als der Außendurchmesser der Spule.
2. Nabenlichtmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausdehnung der Spule in Achsrichtung wesentlich größer ist als ihr Außenradius.
3. Nabenlichtmaschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Polkörper aus mehreren fest miteinander verbundenen Blechschichten aufgebaut sind.
4. Nabenlichtmaschine nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Teilabschnitt der Polkörper die Blechschichten voneinander beabstandet verlaufen.
5. Nabenlichtmaschine, insbesondere für Fahrräder, mit einer koaxial zur Nabenachse gewickelten Spule mit Spulenkern, einem Dauermagnetrotor sowie Polkörpern zur Magnetfeldumlenkung vom Dauermagnetrotor zum Spulenkern, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Spulenkern als Teil der Achse oder als die Achse versteifendes Bauteil aufgeführt ist.
6. Nabenlichtmaschine nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Spulenkern als hohlzylindrisches Teil die Achse umgibt und mit dieser verspannt ist.
7. Nabenlichtmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Spulenkern aus einem dünnen Blech mehrlagig gewickelt ist, wobei die Lagen elek-

trisch gegeneinander isoliert sind.

8. Nabenlichtmaschine nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Blech kornorientiertes Elektroblech ist und die magnetische Vorzugsrichtung in Achsrichtung verläuft.
9. Nabenlichtmaschine, insbesondere für Fahrräder, mit einem mit der Nabenhülse mitbewegten Dauermagnetrotor, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Nabenhülse ein mechanisch tragendes Teil aus magnetisierbarem Material aufweist, das als Rückschlußring der innenliegenden Magnetanordnung dient.

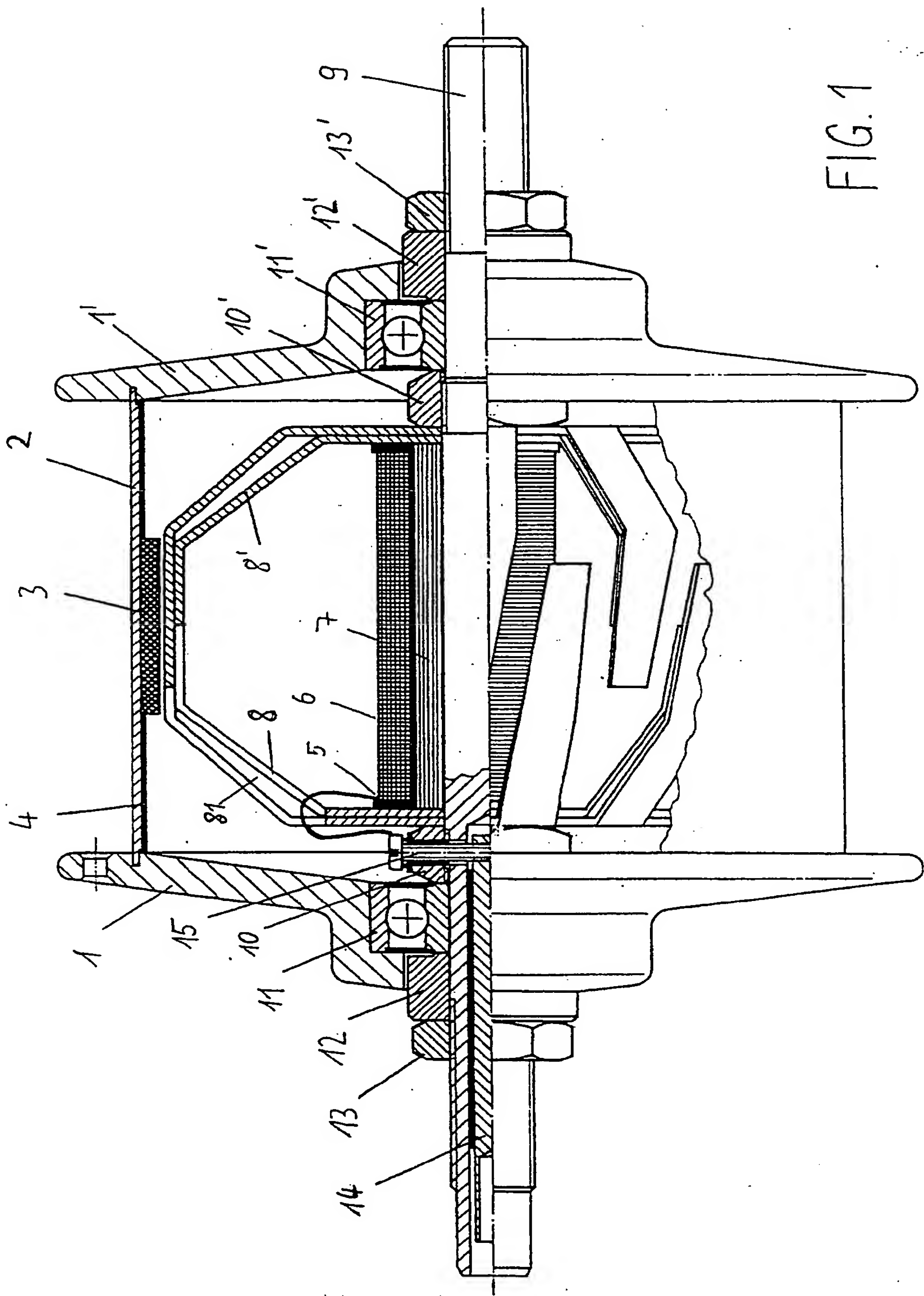
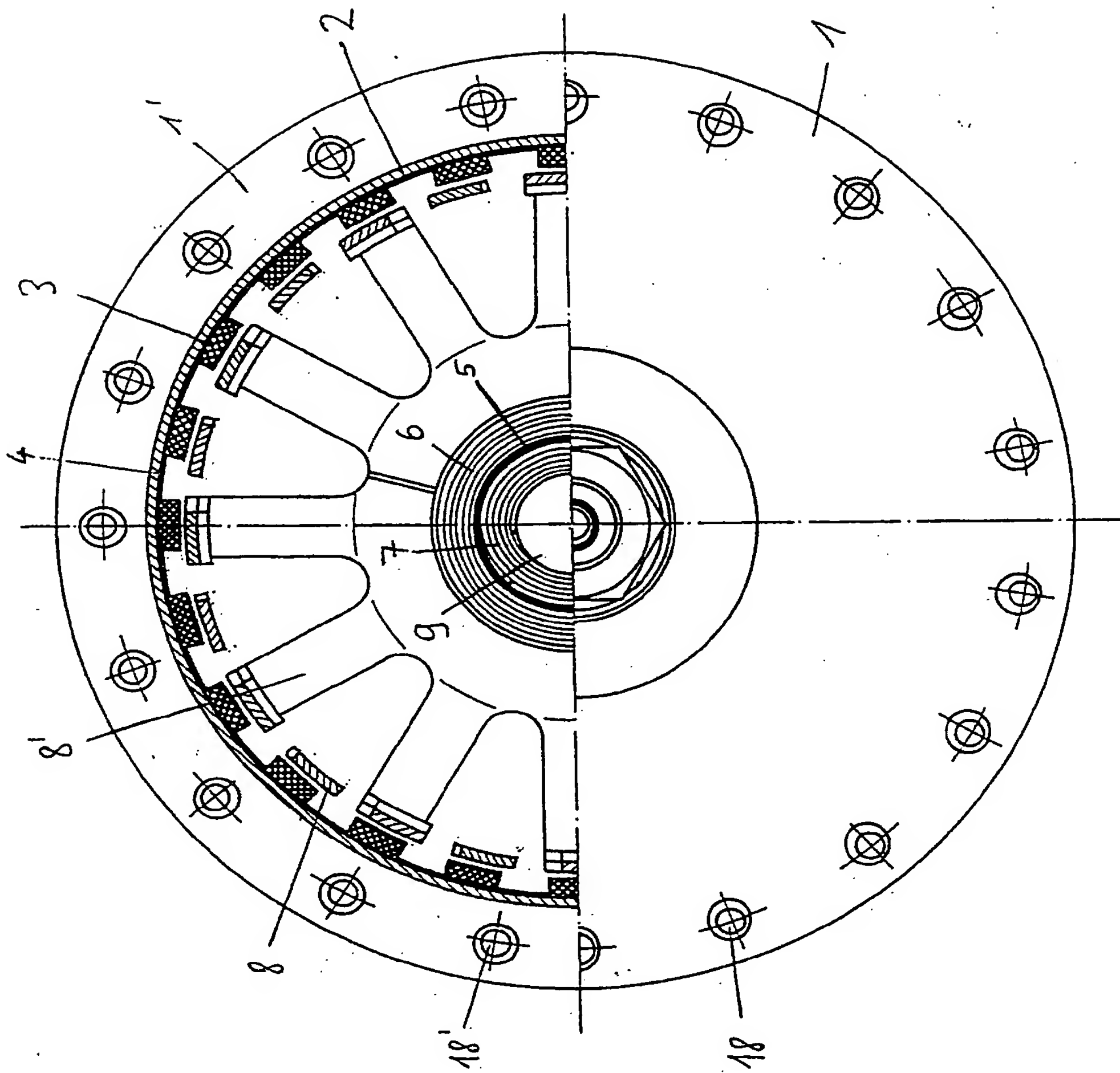




FIG. 2





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 93 11 4806

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
P,X	DE-A-41 14 259 (B.ENGEMANN) * Spalte 1, Zeile 37 - Zeile 46; Abbildung 1 *	1	H02K21/22 B62J6/12
	---		
X	DE-U-91 01 370 (H.MÜLLER) * Seite 3, Zeile 10 - Zeile 20; Abbildung 1 *	5	
	---		
X	DE-A-33 13 212 (R.BIERWIRTH) * Abbildung 1 *	9	
	---		
A	CH-A-164 318 (MAGNETOS LUCIFER) * Seite 1, Zeile 29 - Zeile 45; Abbildung 1 *	1,3	
	---		
A	WO-A-84 04285 (INGVAR NILSSON MEKANISKA AB) * Seite 2, Zeile 26 - Zeile 32; Abbildung 1 *	9	
	---		
D,A	FR-A-2 356 301 (S.KUMAKURA) * Abbildungen 1,6 * & DE-A-27 27 827	1,5,9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)  H02K B62J
	-----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>BERLIN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>27. Januar 1994</b>	Prüfer <b>Leouffre, M</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 01.92 (PWC03)

